

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 869 597 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
07.10.1998 Bulletin 1998/41

(51) Int. Cl.⁶: H02H 3/093

(21) Numéro de dépôt: 98410028.9

(22) Date de dépôt: 18.03.1998

(84) Etats contractants désignés:
AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE
Etats d'extension désignés:
AL LT LV MK RO SI

(72) Inventeurs:
• Nguyen, Hong
38050 Grenoble cedex 09 (FR)
• Perron, Patrick
38050 Grenoble cedex 09 (FR)

(30) Priorité: 04.04.1997 FR 9704364

(74) Mandataire: Jouvray, Marie-Andrée et al
Schneider Electric SA,
Soc. Propriété Industrielle, - A7
38050 Grenoble Cedex 09 (FR)

(71) Demandeur: SCHNEIDER ELECTRIC SA
92100 Boulogne Billancourt (FR)

(54) Dispositif de protection contre les surcharges électriques avec des temps de déclenchement à froid et à chaud prédéterminés

(57) Le dispositif de protection comporte un déclencheur dont le circuit de traitement calcule une grandeur (θ5) représentative de l'état thermique du système à protéger. Cette grandeur varie avec une constante de

temps prédéterminée. Pour obtenir un rapport prédéterminé entre les temps de déclenchement à froid (Td) et à chaud, le circuit de traitement augmente la constante de temps lorsque la grandeur (θ5) dépasse un seuil prédéterminé (S).

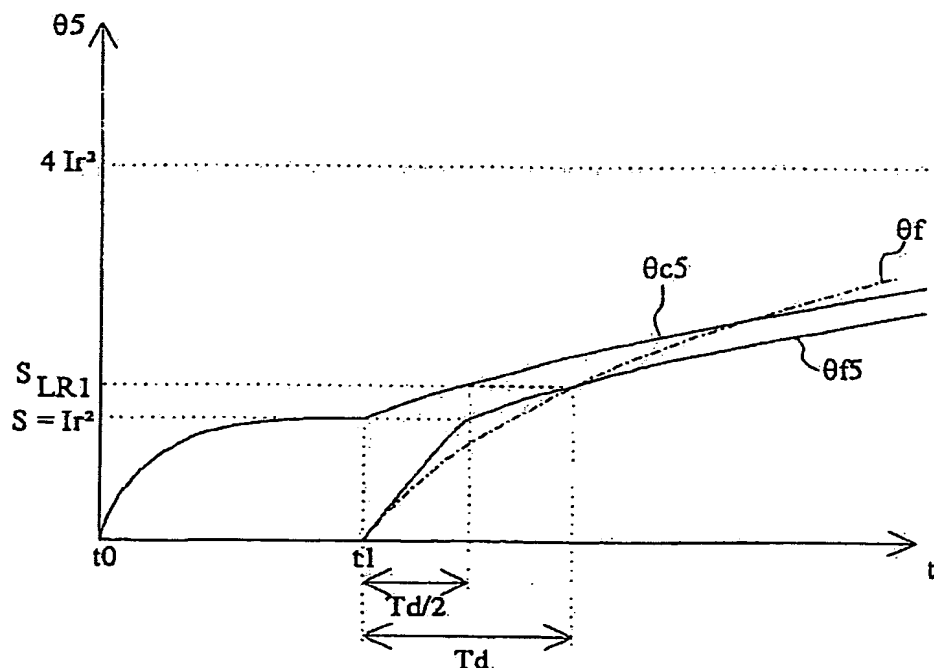


Fig. 10

Description

L'invention concerne un dispositif de protection contre les surcharges électriques d'un système alimenté par l'intermédiaire d'un disjoncteur, dispositif comportant des moyens de mesure du courant d'alimentation du système, un déclencheur connecté aux moyens de mesure et comportant des moyens de traitement pour produire, après temporisation, un signal de déclenchement du disjoncteur si le courant dépasse un seuil de courant prédéterminé, les moyens de traitement comportant des moyens de détermination, avec une première constante de temps prédéterminée, pour déterminer une grandeur représentative de l'état thermique du système et des moyens de comparaison pour comparer ladite grandeur à un seuil de déclenchement prédéterminé de manière à réaliser une fonction de protection temps/courant prédéterminée.

Les circuits de traitement des déclencheurs connus introduisent dans le calcul de la grandeur représentative de l'état thermique du système à protéger une constante de temps. Les modèles utilisés aujourd'hui conduisent à un abaissement du temps de déclenchement à chaud par rapport au temps de déclenchement à froid. Typiquement le rapport est de 4 entre les temps de déclenchement à froid et à chaud dans les disjoncteurs, ce qui est représentatif de la réalité physique correspondant à l'échauffement de câbles. Dans certaines applications, notamment pour la protection des moteurs, le rapport entre les courbes à froid et à chaud ne doit pas être trop important pour éviter le risque de déclenchement intempestif.

Certains déclencheurs permettent de résoudre partiellement ce problème. Un premier dispositif illustré plus en détail à la figure 7, effectue deux traitements en parallèle, avec des constantes de temps différentes. Un tel dispositif nécessite une importante puissance de calcul et n'est de ce fait pas souhaitable.

Le brevet US 5.418.677 décrit un dispositif dans lequel la grandeur thermique est limitée à une valeur maximum qui correspond à une fraction, par exemple $2/3$, du seuil de déclenchement tant que le courant ne dépasse pas un certain seuil. Dans un tel dispositif, on peut constater que le rapport entre les temps de déclenchement à froid et à chaud est abaissé.

L'invention a pour but un dispositif permettant d'adapter le rapport entre les temps de déclenchement à froid et à chaud à une application particulière.

Selon l'invention, ce but est atteint par le fait que les moyens de détermination comportent des moyens pour comparer ladite grandeur à un seuil et des moyens pour définir une seconde constante de temps, supérieure à la première, lorsque la grandeur dépasse ledit seuil.

Selon un développement de l'invention, les moyens de détermination comportent des moyens de calcul de coefficients représentatifs desdites constantes de temps, lesdits coefficients étant utilisés par les moyens de détermination de la grandeur.

Les moyens de calcul des coefficients prennent en compte le temps de déclenchement désiré à froid et un rapport prédéterminé entre les temps de déclenchement à froid et à chaud du déclencheur pour une valeur prédéterminée du courant.

D'autres avantages et caractéristiques ressortiront plus clairement de la description suivante de différents modes de réalisation de l'invention, donnés à titre d'exemples non limitatifs et représentés aux dessins annexés dans lesquels :

La figure 1 représente, de façon très schématique, un dispositif de protection selon l'art antérieur dans lequel l'invention peut être mise en œuvre.

Les figures 2 et 3 représentent plus en détail deux modes de réalisation d'un circuit de traitement d'un circuit de protection.

Les figures 4 à 6 illustrent respectivement les variations du courant (fig. 4) et de la grandeur thermique (fig. 5) en fonction du temps et les courbes de déclenchement (fig. 6) des dispositifs connus.

La figure 7 représente un autre mode de réalisation particulier d'un circuit de traitement d'un dispositif de protection selon l'art antérieur.

Les figures 8 et 9 représentent respectivement les variations en fonction du temps de la grandeur thermique et les courbes de déclenchement du dispositif selon la figure 7.

La figure 10 représente les variations en fonction du temps de la grandeur thermique d'un dispositif selon l'invention.

La figure 11 représente un mode de réalisation particulier du circuit de traitement d'un dispositif selon l'invention.

La figure 12 représente un mode particulier de réalisation d'un organigramme pouvant être mis en œuvre dans un dispositif selon l'invention.

Sur la figure 1, le dispositif de protection comporte un déclencheur avec un circuit de traitement 1, à microprocesseur, recevant en entrée des signaux I représentatifs du ou des courants circulant dans le système à protéger. Celui-ci peut, par exemple, être constitué par un moteur 2. Des capteurs de courant 3 fournissent au déclencheur les signaux I représentatifs des courants. En cas de défaut, le circuit de traitement 1 fournit, éventuellement après une temporisation appropriée, des signaux Sd de déclenchement à un relais 4 qui provoque l'ouverture d'un disjoncteur 5 et l'interruption de l'alimentation du système à protéger.

Le mode de réalisation particulier du circuit de traitement selon l'art antérieur illustré à la figure 2 comporte un filtre numérique 6 à réponse impulsionnelle infinie, ou filtre IIR. Les signaux de courant I sont appliqués à l'entrée d'un circuit d'échantillonnage 7 qui fournit en sortie des échantillons de courant I_k . L'entrée du filtre IIR est connectée à la sortie du circuit d'échantillonnage 7 par l'intermédiaire d'un circuit 8 d'élévation au carré. Les signaux θ de sortie du filtre IIR sont représentatifs de l'état thermique du système à protéger et sont appliqués à l'entrée d'un circuit 9 de comparaison à des seuils de déclenchement. Le circuit 9 comporte éventuellement des temporisations et fournit un signal de déclenchement S_d si la grandeur θ est supérieure à un seuil prédéterminé pendant la durée de la temporisation correspondante.

La figure 3 illustre un mode de réalisation préférentiel du circuit de traitement d'un déclencheur long retard auquel l'invention peut être appliquée. Le mode de réalisation particulier de la figure 3 a été décrit dans la demande de brevet français n° 9616152 de la demanderesse, déposée le 23/12/1996, qui est incorporée par référence dans la présente demande. Il comporte un circuit 10 d'échantillonnage et d'élévation au carré recevant les signaux de courant I des capteurs de courant 3. Les carrés I_k^2 des échantillons de courant sont appliqués à l'entrée d'un filtre numérique 11 à réponse impulsionnelle finie, ou filtre FIR. Les signaux de sortie du filtre FIR 11 sont représentatifs du carré I_{eff}^2 de la valeur efficace du courant mesuré. Un filtre numérique 12 à réponse impulsionnelle infinie, ou filtre IIR, est connecté en série avec le filtre FIR 11. Le filtre IIR 12 reçoit en entrée les signaux I_{eff}^2 et fournit en sortie une grandeur θ_1 représentative de l'état thermique du système à protéger. Cette grandeur θ_1 est comparée à un seuil de déclenchement long retard S_{LR1} par un comparateur 13 qui fournit un signal de déclenchement S_{d1} lorsque θ_1 est supérieur ou égal au seuil S_{LR1} .

Le fonctionnement, à chaud et à froid, des dispositifs connus est illustré aux figures 4 à 6. Sur ces figures le comportement à froid est illustré par un courant I nul jusqu'à un instant t_1 où le disjoncteur 5 est fermé. A la fermeture du disjoncteur, il y a surcharge, c'est à dire que le courant I dépasse un seuil de courant prédéterminé, par exemple égal à $1,125I_r$, où I_r est le courant de réglage du déclencheur. Sur la figure 4, le courant de surcharge représenté est égal à $2I_r$.

La grandeur θ_f associée, représentative de l'état thermique à froid, est illustrée à la figure 5. Cette grandeur, nulle jusqu'à l'instant t_1 , tend vers $4I_r^2$, avec une constante de temps τ . La grandeur θ_f atteint le seuil S_{LR1} après un temps de déclenchement T_d . Préférentiellement, le seuil S_{LR1} est égal à $(1,125I_r)^2$.

La courbe de déclenchement à froid correspondante, C_f , est illustrée à la figure 6. Cette courbe est du même type pour tous les dispositifs décrits ci-dessus (figures 2, 3 et brevet US 5.418.677).

Le comportement à chaud est illustré sur la figure 4 par un courant $I=I_r$ entre les instants t_0 de fermeture du disjoncteur et t_1 d'apparition d'une surcharge où le courant passe à $2I_r$.

Dans les dispositifs des figures 2 et 3, la grandeur θ_{c1} , représentative de l'état thermique à chaud, est telle qu'elle est illustrée à la figure 5. Elle augmente avec la même constante de temps τ que la grandeur θ_f dans le fonctionnement à froid, jusqu'à I_r^2 entre les instants t_0 et t_1 . Puis, à partir de l'instant t_1 , elle augmente de nouveau, avec la même constante de temps τ et atteint le seuil de déclenchement S_{LR1} après un temps de déclenchement égal à $T_d/4$. La courbe de déclenchement à chaud correspondante C_{c1} est illustrée à la figure 6.

Le rapport de 4 entre les temps de déclenchement à froid et à chaud est trop élevé pour certaines applications, notamment pour la protection des moteurs.

Dans le dispositif du brevet US 5.418.677, la grandeur θ_{c2} , représentative de l'état thermique à chaud (fig. 5) est limitée à une valeur maximale tant qu'il n'y a pas surcharge. Dans un mode de réalisation préférentiel, cette limite est égale à $2/3$ du seuil de déclenchement, soit $2S_{LR1}/3$. L'évolution de θ_{c2} , représentée à la figure 5, montre que ceci conduit à une augmentation du temps de déclenchement à chaud par rapport à θ_{c1} . En effet, à l'instant t_1 , la grandeur θ_{c2} est inférieure à θ_{c1} et met, en conséquence, avec la même constante de temps τ , plus de temps pour atteindre le seuil S_{LR1} à partir de l'instant t_1 d'apparition de la surcharge. Sur la figure 5, le temps de déclenchement à chaud associé à la grandeur θ_{c2} est de l'ordre de $T_d/2$.

Dans le mode de réalisation connu de la figure 7, deux circuits de calcul sont connectés en parallèle. Les signaux représentatifs du courant I sont simultanément appliqués à un circuit 14 de calcul d'une grandeur thermique θ_3 , ayant une constante de temps τ_3 , et à un circuit 15 de calcul d'une grandeur thermique θ_4 , ayant une constante de temps τ_4 . Dans un mode de réalisation préférentiel $\tau_3=4\tau_4$. La constante de temps τ_3 est, en pratique, du même ordre de grandeur que la constante de temps τ précitée, représentative de la constante de temps d'échauffement du cuivre, de manière à ce que la grandeur thermique soit représentative de l'échauffement des câbles électriques du réseau. La constante de temps τ_4 est, quant à elle, représentative de la constante de temps d'échauffement du fer, plus représentative pour la protection moteur.

Les signaux θ_3 et θ_4 , de sortie des circuits 14 et 15 sont respectivement comparés par des comparateurs 16 et 17, à des seuils de déclenchement S_{LR3} et S_{LR4} . Ceux-ci fournissent respectivement des signaux $D1$ et $D2$ à un circuit OU 18 lorsque l'un des seuils de déclenchement est dépassé. Un signal de déclenchement S_d est fourni par le circuit 18 lorsqu'il reçoit un signal $D1$ ou $D2$.

Dans un mode de réalisation préférentiel, $S_{LR3} = (1,125I_r)^2$ et $S_{LR4} = (1,4 I_r)^2$. Les figures 8 et 9 représentent

respectivement les grandeurs θ_{f3} et θ_{f4} à froid et θ_{c3} et θ_{c4} à chaud de la première branche, 14 et 16, et de la seconde branche, 15 et 17, du circuit de la figure 7, ainsi que les courbes de déclenchement à froid Cf3 et Cf4 et à chaud Cc3 et Cc4. Il ressort de ces figures, que la première branche (14,16) conduit à des temps de déclenchement Td3 à froid et Td3/4 à chaud comparables à ceux représentés aux figures 5 et 6. Par contre, la seconde branche (15,17) conduit

à des temps de déclenchement plus courts Td4 et Td4/2 avec un rapport maximum de 2 entre les courbes à froid et à chaud. Pour les valeurs les plus faibles du courant, c'est la première branche qui fixe le temps de déclenchement, tandis qu'ensuite c'est la seconde branche qui est la plus rapide. Ceci permet d'éviter des déclenchements intempestifs.

Un tel dispositif présente l'inconvénient de nécessiter une puissance de calcul importante. L'invention permet d'obtenir des temps de déclenchement prédéterminés aussi bien à froid qu'à chaud, adaptés à une application prédé-

terminée, sans augmenter de façon substantielle la puissance de calcul nécessaire.

Les variations de la grandeur thermique θ_5 , en fonction du temps, d'un dispositif selon l'invention sont représentées à la figure 10. Sur cette figure on a représenté les variations à froid θ_{f5} et à chaud θ_{c5} , ainsi qu'une courbe à froid classique θ_f du même type que sur la figure 5. Dans le mode de réalisation représenté, le temps de déclenchement à froid est Td, comme sur la figure 5, et le temps de déclenchement à chaud est Td/2.

Pour cela les courbes $\theta_5(t)$ comportent deux constantes de temps différentes successives. Tant que θ_5 est inférieur ou égal à un seuil prédéterminé S, inférieur au seuil de déclenchement S_{LR1} , $S = I_r^2$ sur la figure 10, la constante de temps est τ_{5a} , aussi bien pour les courbes à chaud (θ_{c5}) qu'à froid (θ_{f5}). Puis, lorsque θ_5 dépasse ce seuil S, la constante de temps est augmentée à une valeur τ_{5b} supérieure à τ_{5a} . On diminue ainsi, la croissance de la grandeur θ_{c5} à chaud. Pour que le temps de déclenchement Td reste inchangé, les constantes de temps τ_{5a} et τ_{5b} sont choisies de manière à ce que :

$\tau_{5a} < \tau < \tau_{5b}$, τ étant la constante de temps désirée pour la courbe à froid θ_f de type connu.

L'invention peut être appliquée à tout circuit de traitement de type connu. La figure 11 illustre son application à un circuit du type de la figure 3. Le filtre IIR 12 de la figure 3 est remplacé par un filtre IIR19 comportant une entrée de contrôle supplémentaire. Cette entrée permet le contrôle d'un coefficient α , tel que $\alpha = T_e/\tau$, τ étant la constante de temps du filtre IIR et T_e la période d'échantillonnage des signaux d'entrée du filtre 19. La sortie d'un comparateur 20, recevant en entrée les signaux θ_5 et le seuil S, contrôle le coefficient α .

L'organigramme de la figure 12, illustre un autre mode de réalisation de l'invention, mis en oeuvre sous forme de logiciel dans un filtre IIR 12 d'un dispositif selon la figure 3. Dans ce mode de réalisation, après une première étape F1 pendant laquelle la valeur θ_{i-1} précédemment calculée de θ_5 , est mise à zéro, une nouvelle valeur θ_i de la grandeur θ_5 est calculée après chaque nouveau calcul au carré I_{eff}^2 de la valeur efficace par le filtre FIR 11. Après lecture de I_{eff}^2 (en F2), la valeur θ_{i-1} est comparée au seuil S. Si $\theta_{i-1} \leq S$ (sortie oui de F3), le coefficient α est mis (en F4) à une première valeur α_a , correspondant à la constante de temps τ_{5a} . Sinon (sortie non de F3), le coefficient α est mis (en F5) à une seconde valeur α_b , correspondant à la constante de temps τ_{5b} . Après les étapes F4 ou F5, le filtre IIR passe à une étape F6 de calcul de la nouvelle valeur θ_i de θ_5 :

$$\theta_i = \theta_{i-1} + \alpha (I_{eff}^2 - \theta_{i-1}) \quad (1)$$

Puis θ_i est comparée (en F7) au seuil S_{LR1} . Si ce seuil est atteint ou dépassé (sortie oui de F7), un signal Sd de déclenchement est produit (en F8). Sinon, la valeur θ_i devient la nouvelle valeur θ_{i-1} (en F9) avant que le programme ne se reboucle sur la lecture (F2) de la nouvelle valeur I_{eff}^2 . Pour chaque valeur du courant, le temps de déclenchement fait intervenir les 2 constantes de temps et est donné par l'équation :

$$\tau = \tau_{5a} \ln\left(\frac{I_{eff}^2}{I_{eff}^2 - S}\right) + \tau_{5b} \ln\left(\frac{I_{eff}^2 - S}{I_{eff}^2 - S_{LR1}}\right) \quad (2)$$

Pour une valeur prédéterminée du courant, le temps de déclenchement à froid Tdf est prédéterminé Tdf = Td, et le rapport x entre les temps de déclenchement à froid Tdf et à chaud Tdc est également prédéterminé.

On peut alors déduire de l'équation (2) les valeurs de τ_{5a} et τ_{5b} , et en conséquence les valeurs des coefficients α_a et α_b .

En effet :

$$Tdc = Td/x = \tau_{5b} \ln\left(\frac{I_{eff}^2 - S}{I_{eff}^2 - S_{LR1}}\right) \quad (3)$$

$$T_d - T_d/x = \tau 5_a \left(\frac{I_{eff}^2}{I_{eff}^2 - S} \right) \quad (4)$$

$$\alpha_a = T_e / \tau 5_a \quad (5)$$

$$\alpha_b = T_e / \tau 5_b \quad (6)$$

Dans les modes de réalisation décrits ci-dessus, le temps de déclenchement prédéterminé T_d est fixé pour $I = 2I_r$. En pratique on peut utiliser toute autre valeur du courant de surcharge et, classiquement, en protection moteur, on considère le temps de déclenchement T_d à $7,2I_r$ correspondant au réglage de la temporisation de la fonction long retard du déclencheur. On obtient alors pour α_a et α_b les valeurs suivantes, lorsque $S = I_r^2$ et $S_{LR1} = (1,125I_r)^2$:

$$\alpha_a = \frac{x}{T_d} \cdot T_e \cdot \ln \left[\frac{(7,2I_r)^2}{(7,2I_r)^2 - I_r^2} \right] \quad (7)$$

et

$$\alpha_b = \frac{x}{T_d} \cdot T_e \cdot \ln \left[\frac{(7,2I_r)^2 - I_r^2}{(7,2I_r)^2 - (1,125I_r)^2} \right] \quad (8)$$

Dans un mode de réalisation préférentiel, en protection moteur, x est de l'ordre de 2, de préférence $x=2,1$ d'où

$$\frac{x}{x-1} = 1,9$$

et :

$$\alpha_a = \frac{1,9T_e}{T_d} \ln \left(\frac{7,2^2}{7,2^2 - 1} \right) \quad (9)$$

et :

$$\alpha_b = \frac{2,1T_e}{T_d} \ln \left(\frac{7,2^2 - 1}{7,2^2 - 1,125^2} \right) \quad (10)$$

Le choix des valeurs x et T_d est fonction de l'application, et l'invention permet facilement de déterminer les coefficients α_a et α_b , correspondant aux deux constantes de temps $\tau 5_a$ et $\tau 5_b$, à partir de ces valeurs.

Le circuit comporte des moyens de calcul de α_a et α_b à partir du réglage des valeurs T_d et x .

Sur la figure 11, les signaux d'entrée du filtre IIR19 sont les signaux I_{eff}^2 de sortie du filtre FIR11. L'invention est également applicable à un circuit selon la figure 2 dans lequel les signaux d'entrée du filtre IIR6 sont les échantillons I_k^2 de courant. La période T_e d'échantillonnage prise en compte pour le calcul de α_a et α_b correspond en fait à la période d'application d'une nouvelle grandeur calculée (I_k^2 ou I_{eff}^2 , selon le cas) à l'entrée du filtre IIR.

Revendications

1. Dispositif de protection contre les surcharges électriques d'un système (2) alimenté par l'intermédiaire d'un disjoncteur (5), dispositif comportant des moyens (3) de mesure du courant (I) d'alimentation du système, un déclencheur connecté aux moyens de mesure et comportant des moyens de traitement (1) pour produire, après temporisation, un signal de déclenchement (Sd) du disjoncteur si le courant (I) dépasse un seuil de courant prédéterminé; les moyens de traitement (1) comportant des moyens de détermination (19), avec une première constante de temps prédéterminée (τ_{5a}), pour déterminer une grandeur (85) représentative de l'état thermique du système et des moyens de comparaison (13) pour comparer ladite grandeur (85) à un seuil de déclenchement (S_{LR1}) prédéterminé de manière à réaliser une fonction de protection temps/courant prédéterminée, dispositif caractérisé en ce que les moyens de détermination (19), comportent des moyens (20, F3) pour comparer ladite grandeur (85) à un seuil (S) et des moyens (F4, F5) pour définir une seconde constante de temps (τ_{5b}), supérieure à la première (τ_{5a}), lorsque la grandeur (85) dépasse ledit seuil (S).
2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens de détermination (19) comportent des moyens de calcul de coefficients (α_a, α_b) représentatifs desdites constantes de temps (τ_{5a}, τ_{5b}), lesdits coefficients étant utilisés par les moyens de détermination de la grandeur (85).
3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que les moyens de calcul des coefficients (α_a, α_b) prennent en compte le temps de déclenchement désiré à froid (Tdf) et un rapport prédéterminé (x) entre les temps de déclenchement à froid et à chaud du déclencheur pour une valeur prédéterminée du courant.
4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que le système à protéger étant constitué par un moteur, le rapport (x) est de l'ordre de deux pour un courant de $7,2I_r$, I_r étant le courant de réglage du déclencheur, le temps de déclenchement à froid correspondant au réglage de la fonction long retard du déclencheur.

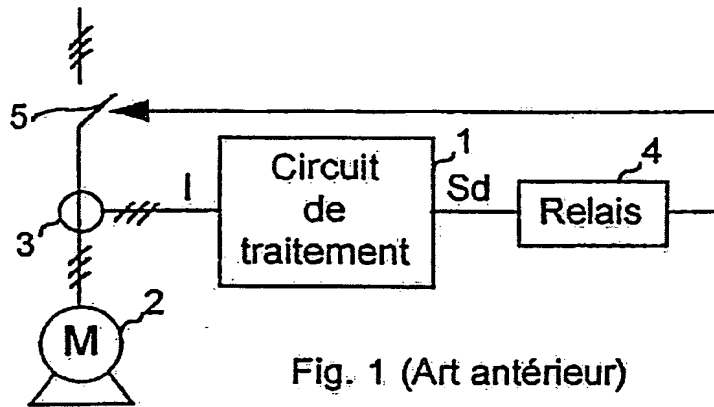


Fig. 1 (Art antérieur)

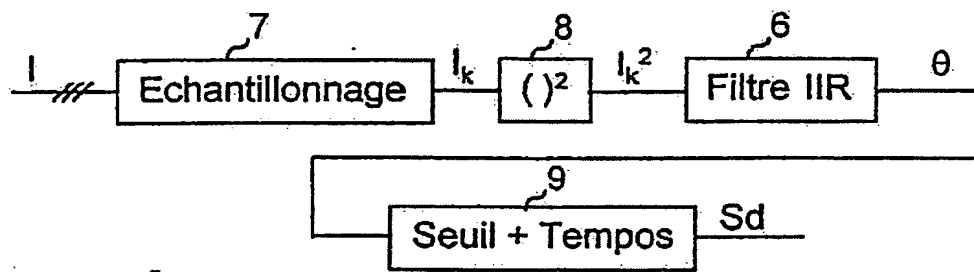


Fig. 2 (Art antérieur)

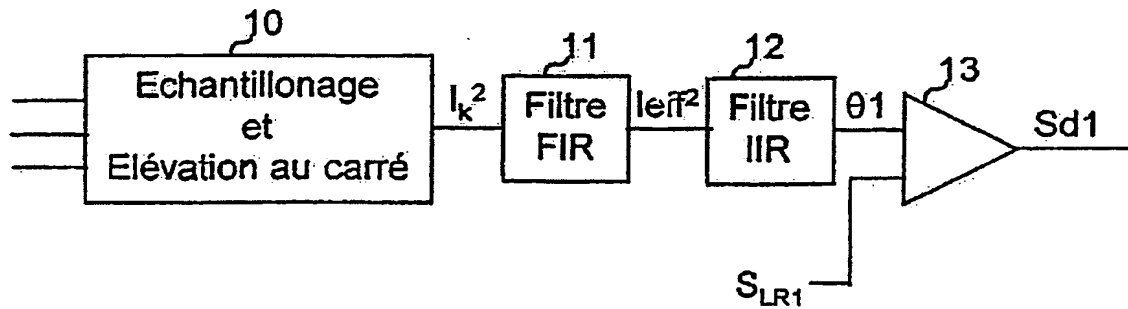


Fig.3

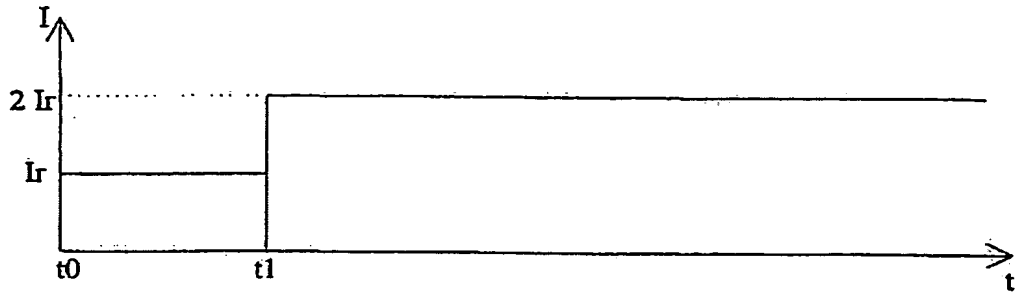


Fig. 4 (Art Antérieur)

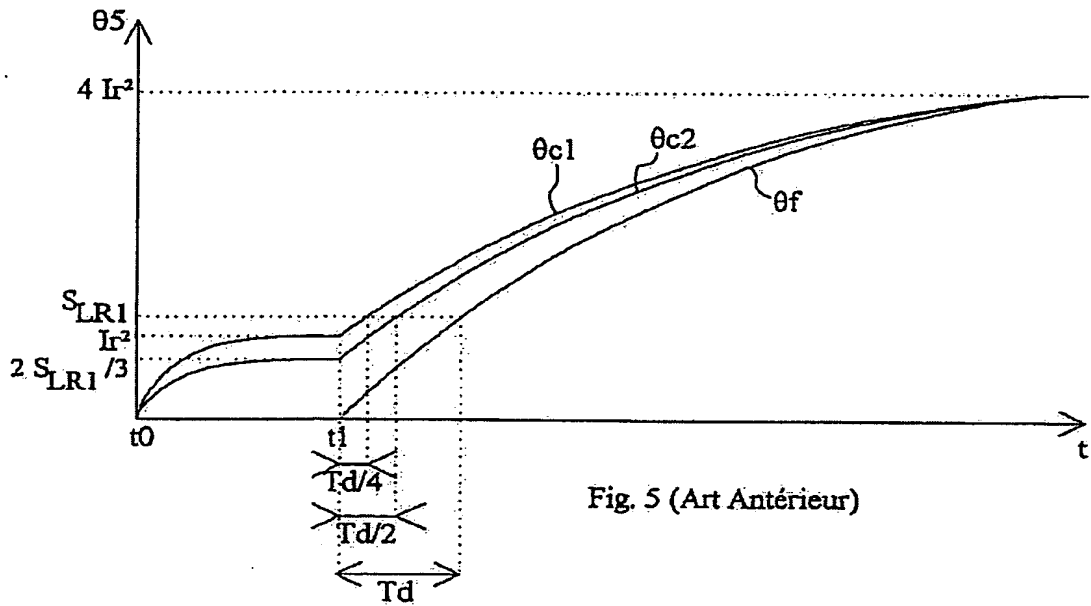


Fig. 5 (Art Antérieur)

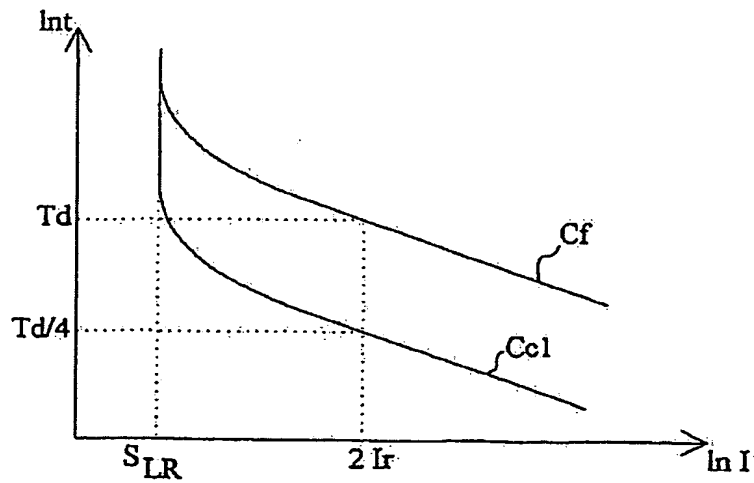


Fig. 6 (Art Antérieur)

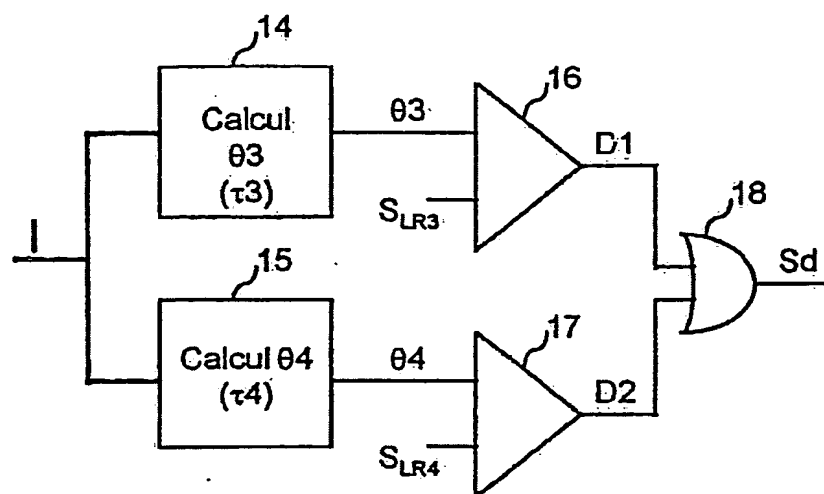


Fig. 7 (Art. Antérieur)

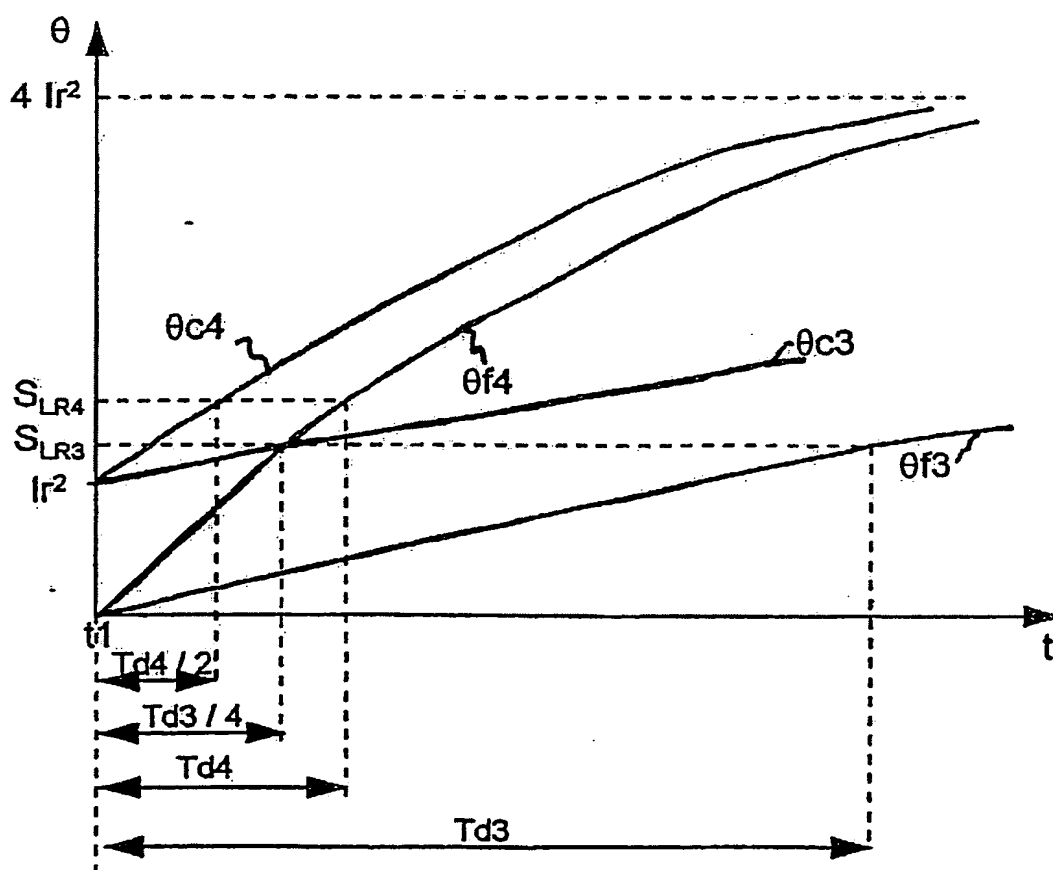


Fig. 8 (Art. antérieur)

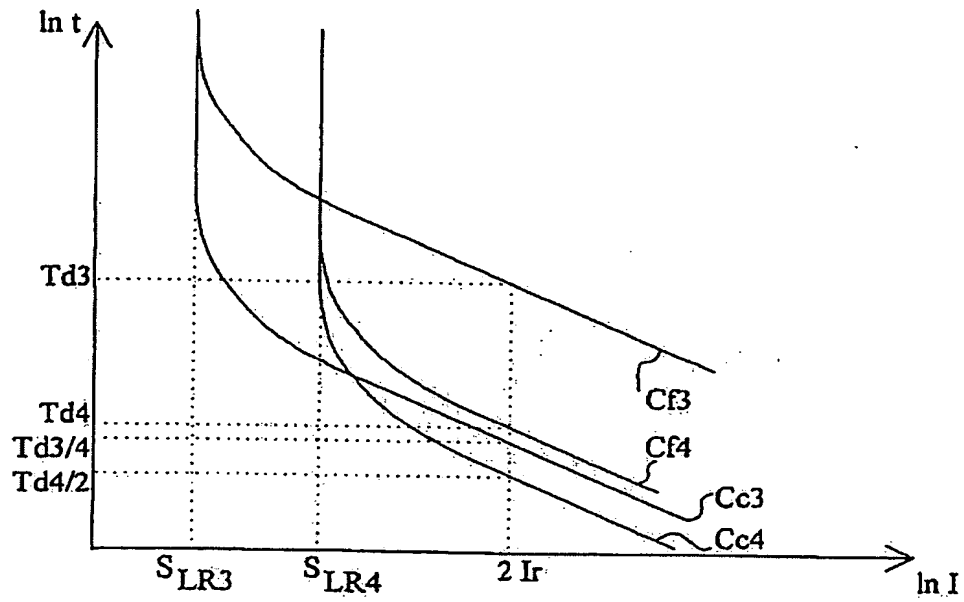


Fig. 9 (Art Antérieur)

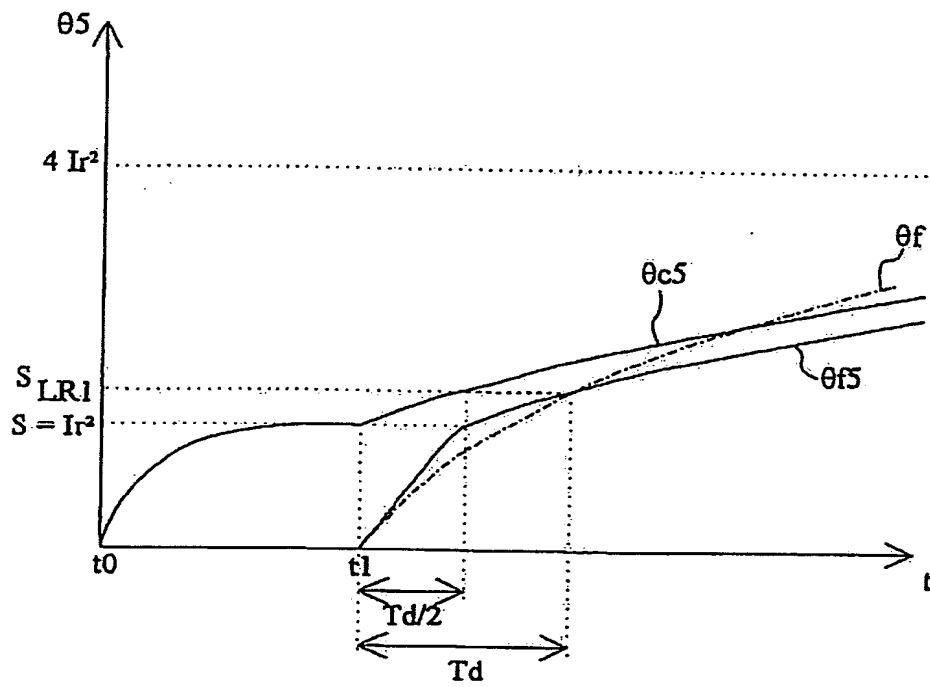


Fig. 10

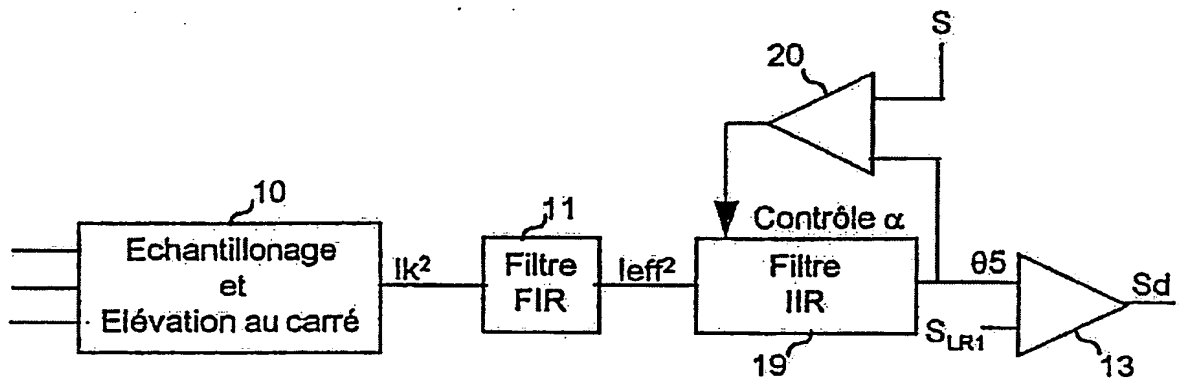


Fig. 11

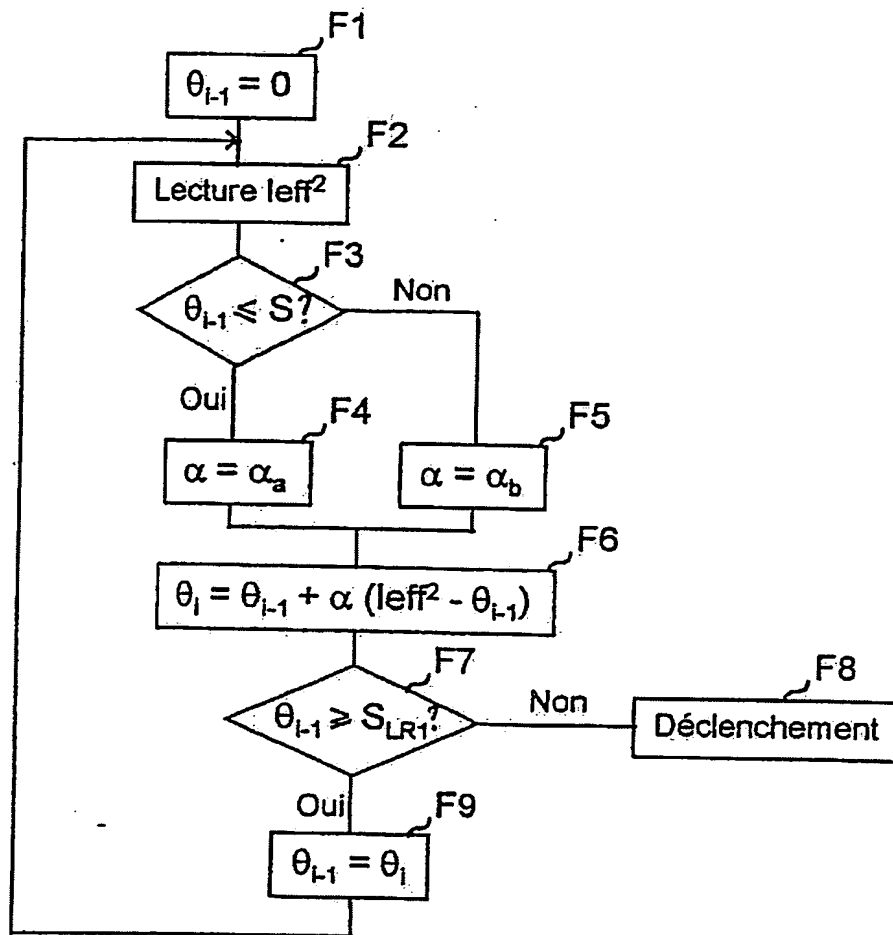


Fig. 12

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

PDP FORM 1509 03.82 (P04C02)

BEST AVAILABLE COPY